

ну всех абонентов сети.

Очевидно, что теоретические исследования, алгоритмические и программные реализации проблемы предупреждения утечек путем топологической локализации являются актуальными и востребованными как для науки, так и в практике функционирования современных предприятий жилищно-коммунальных предприятий.

Таким образом, можно сформулировать следующие выводы:

1. Расчет потокораспределения значительно дешевле, чем его мониторинг с использованием контрольно-измерительной аппаратуры.

2. Технология расчетов позволяет проводить мероприятия, связанные с локализацией аварийной зоны водораспределительной сети, выбором оптимальной стратегии аварийного оперативного управления системой, в то время как мониторинг с использованием измерительной аппаратуры по определению не в состоянии решить эти проблемы.

3. Теория, алгоритмический и программный инструментарий можно распространить на другие технические объекты, которые описываются сетевыми структурами или относятся к широкому классу инженерных сетей. Это газопроводные, тепловые сети, транспортные магистрали (автомобильная или железная дорога) и др.

1.Рябченко И.Н. Моделирование процессов потокораспределения в системах подачи и распределения воды с использованием ПЭВМ. – Харьков: Основа, 1998. – 188 с.

Получено 13.10.2006

УДК 628.1

Э.И.ЖУКОВ

ГПП «Укрпромводчермет», г.Макеевка

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ РЕМОНТЕ КАНАЛА СЕВЕРСКИЙ ДОНЕЦ - ДОНБАСС

Приводится технология работ, проведенных с целью защиты канала Северский Донец - Донбасс от фильтрации.

Канал Северский Донец - Донбасс является основным источником питьевого и технического водоснабжения Донбасса, источником для орошения сельскохозяйственных земель в прилегающей к нему зоне, а также для оздоровления местных рек.

Основными потребителями воды из канала являются промышленные города Славянск, Артёмовск, Часов-Яр, Краматорск, Константиновка, Дзержинск, Горловка, Енакиево, Макеевка, Донецк, Кировск, Шахтёрск, Красноармейск, Селидово, Мариуполь и др. [1]

Этот канал берет начало из р.Северский Донец у п.Райгородок Славянского района и заканчивается у железнодорожной станции Ясиноватая (в 15 км от города Донецка) со сбросом воды в Верхне-Кальмиусское резервное водохранилище и на Верхне-Кальмиусскую фильтровальную станцию.

Общая длина канала 131,6 км, из них: 100,5 км – открытый участок, 31,1 км – закрытый в виде дюкеров, напорных трубопроводов и тоннелей.

Канал представляет собой сложный комплекс гидротехнических и водопроводных сооружений, включающих:

- Краснооскольское водохранилище компенсационного регулирования $W=580$ млн. м^3 и гидроузел;
- головное водозаборное сооружение на реке Северский-Донец – Райгородский гидроузел;
- насосные станции I подъема (2 шт.) у с.Высокоивановка, II подъема (2 шт.) у с.Ореховатка, III подъема (3 шт.) у ст.Майорской, IV подъема (2 шт.) у п.Криничная;
- дюкеры при переходе канала через реки и балки (9 шт.) и воздушный переход через железную дорогу у п.Майорск;
- прикрытый участок канала протяженностью 1,9 км (канал прикрыт сверху сборными ж/б плитами по ж/б фермам – в зоне влияния бывшего ртутного комбината в г.Горловка);
- закрытый участок канала протяженностью 3,74 км в г.Горловка (2 закрытых ж/б коллектора сечением 3,15х3,2м);
- другие сооружения: ливнепроводы для пропуска поверхностных вод – 22 шт.; перегораживающие сооружения – 4 шт.; железнодорожные мосты – 7 шт.; автодорожные мосты – 23 шт.; тоннель при переходе через ж/д пути у ст.Ясиноватая – 1 шт.; водозаборные сооружения для городов, промпредприятий и фильтровальных станций; линии электропередач, связи, мощные электроподстанции при насосных станциях.

Канал проложен в сложных инженерно-геологических условиях, представленных в основании канала суглинками, супесями, аргиллитами, алевролитами и мелями со значительными коэффициентами фильтрации.

По проекту на участках со значительной фильтрацией открытые участки канала облицованы сборными или монолитными железобетонными плитами на щебеночном основании. Общая протяженность участков с ж/б креплением – 15,11 км.

На остальных участках открытое русло канала укреплено щебнем. На участках, подверженных горным подработкам в Горловке, канал

проложен в трубах-дюкерах через б. Железная.

Канал эксплуатируется с 1959 г. – более 45 лет. По проекту предусматривались ежегодные остановки канала на ремонт в течение одного месяца, во время которых обеспечение водой потребителей должно было осуществляться из 17 водохранилищ, в том числе шести резервных, входящих в систему сооружений канала. В связи с возросшими объемами водопотребления в Донбассе в течение всего времени эксплуатации осуществлять остановки канала не представлялось возможным. По этой причине канал работает непрерывно, без серьезных капитальных ремонтов.

В целом, техническое состояние канала и его сооружений можно оценить как удовлетворительное. Однако все сооружения имеют значительный физический износ конструкций и оборудования. Особенно это относится к гидромеханическому оборудованию насосных станций, дюкеров и непосредственно конструкций канала.

По каналу наблюдается повсеместно разрушение строительных швов ж/б облицовки, находящихся в зоне переменных (летних - зимних) уровней воды, вызванное тяжелыми ледовыми и климатическими условиями, сложными инженерно-геологическими условиями и естественным старением конструкций. Как следствие этого, наблюдается разрушение защитного слоя, трещины, обнажение арматуры в бетонных плитах, смещения и надвиги плит. Наличие в основании канала сильно фильтрующих мелов и супесей привели к тому, что за длительный период эксплуатации практически на всех участках с ж/б креплением наблюдаются повышенные потери воды из канала (выше проектных в 3-5 раз). Особенно неблагоприятная обстановка сложилась на участке канала перед дюкером через балку Курдюмовку, где дно канала сложено, в отдельных местах, практически меловыми отложениями или отделено от них незначительными прослойками легких суглинков и супесей. Раскрытие швов в облицовке канала и инфильтрация через суглинки основания канала в меловые горизонты привели к тому, что фильтрационные потери на этом участке возросли со временем в 20 раз и составили 0,45 м³/с. В основании канала образовались локальные участки сосредоточенной фильтрации, которые привели к обрушению ж/б плит покрытия. Процесс видимой фильтрации был отмечен впервые в августе 1998 г. на левом и правом откосах подводящего канала к входному оголовку двух новых ниток дюкера, при этом на правом откосе наблюдалось обрушение ж/б плит, на левом – интенсивное трещинообразование. Очаг фильтрации был засыпан котельным шлаком, пролом ж/б плит заделан монолитным железобетоном. Работы были выполнены в 1998 г. [2].

Однако, через два года фильтрационные потери из канала на участке перед дюкером снова восстановились и достигли прежних величин. Учитывая это, НИПЦ «Природа» были выполнены геофизические исследования на канале перед дюкером на протяженности более 2 км, в результате которых были установлены локальные «окна» возможной сосредоточенной фильтрации.

Поскольку фильтрационные потери воды на этом участке достигли $0,45 \text{ м}^3/\text{с}$, а это около 14 млн. м^3 воды в год, возникла острая необходимость выполнения ремонта облицовки канала, с укладкой противофильтрационного экрана. В ГПП «Укрпромводчермет» рассматривались разные варианты ремонтных работ. Сложность задачи состояла в том, что работы необходимо было выполнять без остановки канала. Была принята технология немецкой специализированной фирмы «Науе Фазертехник», которая предусматривает противофильтрационные работы насухо и под водой, с использованием геосинтетических покрытий – «бентофикса».

Техническим советом ГПП «Укрпромводчермет» принято решение о производстве работ на первом этапе по защите канала от фильтрации на участке с ж/б креплением протяженностью 600 м (прямолинейный участок) и 60 + 90 м – участки непосредственно перед входными оголовками дюкера через балку Курдюмовка.

Фирмой «Науе Фазертехник» было поставлено:

- необходимое количество геосинтетического покрытия – 28000 м^2 ;
- специальный кран для укладки покрытия;
- технология производства работ;
- также были направлены специалисты для производства шеф-монтажа и обучения персонала производству работ.

Перед началом выполнения противофильтрационных работ был проведен большой объем подготовительных мероприятий:

- подводное обследование участка канала, расчистка его от ила, камней и других предметов;
- подготовлены сборные железобетонные плиты покрытия размером $9 \times 1,5$ и $3 \times 1,5$ м в количестве 1600 шт., выполнены необходимые планировочные работы. Противофильтрационные работы на участках канала перед входными оголовками дюкеров (60 и 90 м) выполнены поочередно «насухо» под защитой временных перемычек.

Технология производства работ:

- опорожнение канала от воды;
- расчистка от ила и наносов;
- укладка рулонного геосинтетического покрытия (стыки покрытия – в нахлестку на величину 0,5 м);

▪ прикрытие геосинтетического покрытия монолитным железобетоном толщиной 0,1 м;

Противофильтрационные работы на прямолинейном участке канала ПК668-674 без его остановки выполнялись по следующей технологии:

- расчистка канала от наносов выполнена с помощью земснаряда, экскаватора с грейферным оборудованием и частично вручную;
- монтаж специального крана для укладки рулонного бентофикса;
- укладка геосинтетического покрытия краном с контролем укладки водолазами;
- монтаж железобетонных плит поверх уложенного бентофикса автокранами МКГ-25 грузоподъемностью 17 т и КС-4574 – 20 т, плиты укладывались с зазором 7 см по высоте между бентофиксом и нижней поверхностью плиты. Зазор обеспечивается арматурными выпусками на плитах;
- подводная укладка монолитного железобетона толщиной 0,2 м в днище канала;
- закачка пластифицированного бетона в зазор между уложенными бентофиксом и ж/бетонными плитами на откосах канала: сначала под нижние плиты длиной 9 м, потом под верхние плиты длиной 3 м.

Работы на участке ПК668 - ПК674+66 были выполнены в течение 6 месяцев (июль-декабрь).

По окончании основных противофильтрационных работ ЦКИ-ПИВЛом в ноябре 2005 г. были выполнены контрольные гидрологические замеры потерь воды на отремонтированном участке канала.

Установлено, что фильтрационные потери воды из канала на этом участке снизились до 90%.

После выполнения противофильтрационных работ, в результате уменьшения фильтрационных потерь воды из канала, экономия стоимости подачи воды только за декабрь 2005 г. составила 181,6 тыс. грн. (в том числе 908 тыс. квт/час электроэнергии). За год экономия по стоимости может составить 2,1 млн. грн. [3].

При стоимости выполненных противофильтрационных работ 7,26 млн. грн. срок окупаемости затрат составит 3,5 года.

Резкое снижение фильтрационных потерь свидетельствует о том, что технология выбрана верно и качество выполненных работ удовлетворительное.

Учитывая наличие на канале Северский Донец - Донбасс и других участков с повышенной фильтрацией воды, целесообразно продолжить

выполнение противофильтрационных работ и на других участках канала.

1.Хоружий П.Д., Ткачук А.А., Батрак П.И. Эксплуатация систем водоснабжения и канализации. – К.: Будівельник, 1993. – 232 с.

2.Орлов В.О., Зошук А.М. Водопідготовка. – Рівне: НУВГП, 2004. – 215 с.

3.Маслак В.М. Основні напрямки реформування водопостачання і водовідведення населених пунктів Донецької області // Програма і тези доповіді XXXIII науч.-техн. конф. преподавателей, аспирантов и сотрудников ХНАГХ. – Харьков: ХНАГХ, 2006. – С.160-162.

Получено 13.10.2006

УДК 628.16

Н.А.УКРАИНЕЦ, В.И.СОКОЛЬНИК, кандидаты техн. наук,
А.В.ВОРОПАЕВА

Запорожская государственная инженерная академия

ВАРИАНТЫ ПОЛНОЙ ЗАМЕНЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ НА ПЛАСТМАССОВЫЕ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ВОДOPPOBODНЫХ СЕТЕЙ БЕСТРАНШЕЙНЫМИ МЕТОДАМИ

Приводятся результаты трех вариантов полной замены металлических трубопроводов на пластмассовые при реконструкции водопроводных сетей города.

Реконструкции водопроводных сетей посвящено достаточно много работ и в том числе [1-5]. Однако, на наш взгляд, вопросам анализа результатов полной замены водопроводных сетей населенных пунктов (или гидравлически независимых зон) бестраншейными методами с использованием пластмассовых трубопроводов, а также возникающих при этом проблем уделено недостаточно внимания. Известно, большинство водопроводных сетей находятся в аварийном состоянии и можно предположить, что по мере развития бестраншейных технологий и старения подземных металлических трубопроводов постепенно будет происходить их полная замена на пластмассовые. Исследования по полной замене чугунных трубопроводов на пластмассовые с использованием метода «труба в трубе» (без разрушения существующего трубопровода) [6] показали необходимость замены установленного насосного оборудования на более мощное и увеличение высоты ствола водонапорной башни. Поэтому практический интерес представляет рассмотрение различных вариантов реконструкции водопроводной сети и связанных с ней элементов СПРВ при условии полной замены всех трубопроводов на пластмассовые.

Решение этой задачи целесообразно производить в следующей последовательности:

- выбрать возможные варианты реконструкции;